

明 細 書

多重モード誘電体共振器、誘電体フィルタおよび通信装置

技術分野

- [0001] この発明は多重モードで動作する誘電体共振器、誘電体フィルタおよびそれらを備えた通信装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 従来、例えば特許文献1、2に開示されているように、導電性のキャビティ内に誘電体コアを配置して複数のTE01 δ モードを多重化した多重モード誘電体共振器が用いられている。この特許文献1、2に開示されている誘電体共振器は、略立方体形状のキャビティ内に略立方体形状の誘電体ブロックを配置し、互いに直交する3つの軸回りに電界ベクトルが回るTE01 δ モードを3重化したものである。

特許文献1:特開2001-60804公報

特許文献2:特開2001-60805公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] 従来の支持台を用いた多重モード誘電体共振器の構成とそれに生じる共振モードの例を図17に示す。図17において、支持台40は誘電体からなり、誘電体コア1をキャビティ2内で支持することにより、誘電体コア1をキャビティの中央部に配置している。(A)は3つのTE01 δ モード(円筒座標系表現)、(B)は3つのTM01 δ モード(円筒座標系表現)の電界ベクトルをそれぞれ矢印で示している。

- [0004] ところが、このような従来の多重モード誘電体共振器においては、上記3つのTE01 δ モードを利用しようとすると、3つのTM01 δ モードの共振モードがスプリアスモードとして作用する。このスプリアスモードの影響で(スプリアスモードのレスポンスが生じて)、誘電体共振器をフィルタとして用いた場合に良好な減衰特性が得られないという問題があった。

- [0005] また、TE01 δ モードを効率的に用いるために、略立方体形状の誘電体コアを浮かせるように固定する必要がある。そのために従来は図17に示したように低誘電率の

セラミックからなる支持台40に誘電体コア1を接着し、支持台40をキャビティ2内の底面に固定する方法が採られていた。

[0006] しかし、接着剤で貼り合わせを行うために、支持台および誘電体コアの両方を研磨して、接着面を平滑化する加工が必要であり、これがコストアップの要因となってしまう。更に、一般的に接着剤は長期信頼性に劣るので、高温多湿環境に長期間おかれ、且つ強い衝撃を受けると誘電体コアが支持台から外れやすくなるという問題があった。

[0007] そこで、この発明の目的は、上記スプリアスモードの影響を受ける問題および支持台を介する誘電体コアの支持構造による信頼性に関する問題を解消した多重モード誘電体共振器、それを含む誘電体フィルタおよびこれらを備えた通信装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] (1)この発明の誘電体共振器は、導電性のキャビティの内部に、キャビティの内壁面から所定の間隔を隔てて誘電体コアを配置してなる多重モード誘電体共振器であって、誘電体コアに貫通孔を形成し、該貫通孔に支持棒を挿通し、該支持棒をキャビティに固定することによって、キャビティ内部の空間に誘電体コアを支持したことを特徴としている。

[0009] (2)前記支持棒は導電性を有し、支持棒の両端がキャビティの対向する内壁にそれぞれ電気的に導通してキャビティの内壁間を短絡させたものとする。

[0010] (3)誘電体コアに設けた貫通孔の内壁と前記支持棒との間には絶縁性のブッシングを配置する。

[0011] (4)このブッシングは誘電体コアよりも低誘電率の材料から構成する。

[0012] (5)前記キャビティは直方体形状とし、前記支持棒は2本または3本設け、各支持棒の両端をキャビティの互いに異なる一对の対向する内壁にそれぞれ接合する。

[0013] (6)前記誘電体コアは略直方体形状とする。

[0014] (7)前記支持棒の少なくとも一部は誘電体コアよりも低誘電率の材料から構成する。

[0015] (8)前記支持棒は誘電体コアよりも低誘電率の材料からなる中空形状とし、その中

空の内部に導電体を配置する。

[0016] (9)前記貫通孔および支持棒の断面形状を多角形とする。

[0017] (10)前記多重モード誘電体共振器は、互いに直交する3つの座標軸の軸回りに電界ベクトルが回る3つのTE01 δ モードが励振するものとする。

[0018] (11)また、この発明の誘電体フィルタは、上記構造の多重モード誘電体共振器と、その所定のモードに外部結合する外部結合手段とを備えたことを特徴としている。

[0019] (12)また、この発明の通信装置は、上記構造の多重モードの誘電体共振器または誘電体フィルタを高周波回路部に設けたことを特徴としている。

発明の効果

[0020] (1)この発明によれば、誘電体コアに貫通孔を形成し、その貫通孔に支持棒を挿通するとともに、支持棒をキャビティに固定したことによって、キャビティ内部の空間に誘電体コアをセラミック基板などの支持台を用いることなく支持できるようになる。そのため、接着剤を用いることによる信頼性低下の問題が回避できる。

[0021] またTE01 δ モードを利用する際のスプリアズモードであるTM01 δ モードの周波数がTE01 δ モードに近接することの問題が回避できる。すなわち誘電体の支持台を用いないので、特に支持台の厚み方向に電界ベクトルが向くTM01 δ モードの共振周波数の低下を防ぐことができ、利用するTE01 δ モードの共振周波数に影響のない周波数にまで離すことができる。

[0022] (2)また、前記支持棒が導電性を有し、その両端がキャビティの対向する内壁にそれぞれ電氣的に導通していることによって、その対向するキャビティの内壁間に電界ベクトルが向くTMモード(円筒座標系表現のTM01 δ モード)の共振周波数が利用周波数より極めて高くなる。

[0023] (3)また、誘電体コアに設けた貫通孔の内壁と支持棒との間に絶縁性のブッシングを配置することによって、誘電体コアに直接導電体が接触することによるQの低下が避けられる。

[0024] (4)また、前記ブッシングを誘電体コアよりも低誘電率の材料から構成することによってその効果をより高めることができる。

[0025] (5)また、前記キャビティを直方体形状とし、2本または3本の支持棒の両端をキャ

ビティの互いに異なる一对の対向する内壁にそれぞれ接合することによって誘電体コアのキャビティ内への機械的支持構造を強固にすることができ、振動や衝撃に対する特性変動をより抑えることができる。

[0026] (6)また、前記誘電体コアを略直方体形状とすることによって、前記貫通孔を備えた誘電体コアを容易に製造できるようになる。

[0027] (7)また、前記支持棒の少なくとも一部を誘電体コアよりも低誘電率の材料とすることによって、共振器のQの低下を抑えることができる。

[0028] (8)また、前記支持棒を誘電体コアよりも低誘電率の材料とし、その中空形状の内部に導電体を配置することによって、支持棒の誘電体部分で誘電体コアを支持するので、共振器のQの低下を抑えることができる。しかも、中空内部の導電体によってキャビティの対向する内壁面間を短絡できるので、キャビティの内壁間に電界ベクトルが向く上記TMモードの共振周波数が利用周波数より極めて高くなり、スプリアスモードの影響を回避できる。

[0029] (9)また、前記誘電体コアの貫通孔および支持棒の断面をそれぞれ多角形状とすることによって、支持棒に対する誘電体コアの支持棒回りの回転が強制されて誘電体コアの回転により特性変動を抑えることができる。

[0030] (10)また、前記多重モード誘電体共振器を3重のTE01 δ モードの共振器とすることによって、共通のキャビティ内に3つの共振器を備えた小型の誘電体共振器装置が得られる。

[0031] (11)また、この発明によれば、前記多重モード誘電体共振器と、その所定のモードに外部結合する外部結合手段とを備えたことによって小型で挿入損失の低い誘電体フィルタとして用いることができる。

[0032] (12)さらに、この発明によれば、前記多重モード誘電体共振器または誘電体フィルタを高周波回路部に設けることによって小型で低損失な通信装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]第1の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を示す斜視図である。

[図2]同共振器で生じる複数の共振モードのうちのTE01 δ xモードとTM01 δ xモードの電磁界分布の例を示す図である。

[図3]第2の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を示す図である。

[図4]第3の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を示す図である。

[図5]第4の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を示す図である。

[図6]第4の実施形態に係る別の多重モード誘電体共振器の構成を示す図である。

[図7]第5の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の組立構造を示す斜視図である。

[図8]第6の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の主要部の構造を示す分解斜視図および断面図である。

[図9]第7の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の組立構造を示す斜視図である。

[図10]第8の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の主要部の構造を示す分解斜視図である。

[図11]第9の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の組立構造および主要部の構造を示す分解斜視図である。

[図12]同共振器と従来の支持台を備えた共振器に生じる各共振モードの周波数の関係を示す図である。

[図13]第10の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。

[図14]第11の実施形態に係る誘電体フィルタの構成を示す図である。

[図15]第12の実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。

[図16]図1に示した多重モード誘電体共振器のTM01 δx モードについての等価回路図である。

[図17]従来の支持台を用いた多重モード誘電体共振器の構成とそれに生じる共振モードの例を示す図である。

符号の説明

[0034] 1-誘電体コア

2-キャビティ

3-支持棒

4-貫通孔

- 5-導体棒
- 6-低誘電率絶縁体ブッシング
- 7-ネジ孔
- 8-凹部
- 9, 10-溝
- 11, 12, 13-貫通孔
- 14-ネジ
- 15-孔
- 16-ネジ孔
- 17-ネジ部
- 18-ネジ穴
- 21, 22-同軸コネクタ
- 23, 24-結合ループ
- 25, 26-結合ループ用導体
- 27, 28-中心導体
- 29, 30-結合窓
- 40-支持台

発明を実施するための最良の形態

[0035] この発明の第1の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を図1～図12を参照して説明する。

図1は多重モード誘電体共振器の基本構成部分の斜視図である。但し、ここではキャビティの内面の立体形状をフレームで表している。この多重モード誘電体共振器はキャビティ2と誘電体コア1と支持棒3とによって構成している。キャビティ2は略直方体(六面体)形状を成している。誘電体コア1は略直方体形状を成し、キャビティ2の内部の空間の略中央に配置している。

[0036] 誘電体コア1には、対向する二つの面間を貫通する貫通孔12を設けていて、その貫通孔12に支持棒3を挿通嵌合させている。支持棒3は導電性を備えていて、この支持棒3の両端をキャビティ2の対向する内壁にそれぞれ接合することによって誘電

体コア1をキャビティ2の内部の空間に支持している。

[0037] 図2はこの多重モード誘電体共振器に生じる2つの共振モードについて示している。ここでX, Y, Zは図1に示した三次元方向の座標軸であり、図2では二次元の各面における断面図をそれぞれ示している。図中の実線の矢印は電界ベクトル、破線の矢印は磁界ベクトル、ドット記号およびクロス記号は電界または磁界の方向を示している。

[0038] 図2の(A)は、円筒座標系表記でTE01 δ モードである。特にこの(A)の例では、X軸に垂直な面(Y-Z平面に平行な面)に電界ベクトルが回るので、これをTE01 δ xモードと表す。誘電体コア1は立方体形状であるので、同様にしてY軸に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δ yモードと、Z軸に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δ zモードが生じる。

[0039] 図2の(B)は、キャビティの対向する内壁面間に電界ベクトルが向く、円筒座標系表記でTM01 δ モードである。特に、この(B)の例では、X軸方向に電界ベクトルが向くので、これをTM01 δ xモードと表す。誘電体コア1は立方体形状であるので、同様にしてY軸方向に電界ベクトルが向くTM01 δ yモードと、Z軸方向に電界ベクトルが向くTM01 δ zモードが生じる。これらの3つのTM01 δ モードは、ここではいずれもスプリアスモードである。

[0040] 次に、第2の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の例を図3に示す。これらの多重モード誘電体共振器の図示方法は図1の場合と同様であり、キャビティの形状をその内壁面の立体形状を示すフレームで表している。図1に示した例では、略立方体形状の誘電体コア1を用いたが、図3の(A)の例では略球形の誘電体コア1を用いている。すなわち球形の誘電体コア1の略中心を通る貫通孔12を設け、その貫通孔12に支持棒3を挿通嵌合させている。そして、支持棒3の両端をキャビティ2に固定している。

[0041] このように誘電体コア3が略球形であっても、互いに直交する3つのTE01 δ モードが生じる。

[0042] 図3の(B)の例では、円柱形状の誘電体コア1を用いている。すなわち、円柱形状の誘電体コア1の円筒面を成す側面の母線に平行な中心軸上に貫通孔12を形成し

、その貫通孔12に支持棒3を挿通嵌合させている。このように略円柱形状の誘電体コア1を用いても、互いに直交する3つのTE01 δ モードを利用することができる。

[0043] 図3の(C)の例では、X-Y平面に垂直な面と平行な面とで構成される一塊りの誘電体コア1を用いている。このような多面体形状であっても同様にして、互いに直交する3つのTE01 δ モードが生じ、これらを利用することができる。

[0044] 次に、第3の実施形態に係る多重モード誘電体共振器について図4を基に説明する。

図1や図3に示した例では誘電体コアに設けた貫通孔12の断面形状と支持棒3の断面形状を何れも円形としたが、誘電体コア1の貫通孔12と支持棒3の断面形状を共に矩形として、誘電体コア1の貫通孔12に支持棒3が適度なかたさで嵌合するように寸法を定めている。

[0045] このような構造により、誘電体コア1は支持棒3の軸方向に移動せず軸回りにも回転しない。そのため、キャビティ1内部の空間に対する誘電体コア1の位置安定性を高めることができる。その結果、衝撃や振動に対する電気的特性の安定化を図ることができる。

[0046] 次に、第4の実施形態に係る多重モード誘電体共振器について、図5・図6を参照して説明する。

図5において支持棒3は誘電体材料から成り、その長手方向の軸方向に貫通孔4を有し、その内面に導体膜を形成している。誘電体コア1は支持棒3の誘電体部分によって機械的に支持するようにし、貫通孔4の内面の導体膜によってキャビティの対向する内壁間を電氣的に短絡するようにしている。

[0047] ここで、このX軸方向を向く支持棒3でキャビティの対向する内壁間が短絡された誘電体共振器のTM01 δ xモードについての等価回路を図16に示す。支持棒3が無い状態では等価回路は(A)のように表される。ここでCは誘電体コア1を介在するキャビティの対向する内壁面間のキャパシタンス成分、Lはキャビティ1の導体によるインダクタンス成分を集中定数回路的に表している。このような並列共振回路によってTM01 δ xモードの共振周波数が定まる。ところが図5に示したように、誘電体コア1を貫通してキャビティ2の内壁面間を支持棒3で短絡すると、図16の(B)に示すように、

キャパシタンス C' に対して並列にインダクタンス L が接続されることになる。ここで L は支持棒3によるインダクタンス成分である。このように支持棒3を設けると、(A)に示したキャパシタンス C が小さくなってキャパシタンス C' がわずかに残ることになる。そのため $TM_{01\delta x}$ モードの共振周波数は大きく上昇することになる。

[0048] また、この図5に示した構造によって、誘電体コア1に直接導電体が接することがないので共振器の Q を高く保つことができる。

[0049] 図6に示す例では、図5の場合と同様に支持棒3は貫通孔4を有する円筒形状を成し、その貫通孔4に金属ワイヤーから成る導体棒5を挿通させている。誘電体コア1は支持棒3によってキャビティ2内部の空間に機械的に支持し、導体棒5の両端をキャビティ2の対向する内壁にそれぞれ電氣的に導通(短絡)させている。このような構造であっても誘電体コア1に直接導電体が接することがなく共振器の Q を高く維持できる。また金属製のキャビティを用い、導体棒5の両端をキャビティ2に設けた孔に挿通させて半田付けすることによって電氣的導通を容易に図ることもできる。

[0050] 次に、第5の実施形態に係る多重モード誘電体共振器について図7を参照して説明する。

図7の(A)は誘電体コアと支持棒との関係を示す分解斜視図である。(B)は誘電体コア1と支持棒3などから成るユニットをキャビティ2に固定する構造を示す斜視図である。

[0051] (A)において支持棒3は金属製の棒であり、PTFEなどの低誘電率絶縁体材料から成る円柱形状の低誘電率絶縁体ブッシング(以下、単に「ブッシング」という。)6を支持棒3の中央部に嵌め込んでいる。(当然に接着剤は用いない)このブッシング6を嵌め込んだ支持棒3を誘電体コア1に設けた貫通孔11、12にそれぞれ挿通嵌入する。

[0052] この例では誘電体コア1には、図における上下方向に貫通する貫通孔11と図における左右方向に貫通する貫通孔12とを形成している。この貫通孔11、12は誘電体コア1内部で直接交差しないうちに設けている。

[0053] 支持棒3の両端にはそれぞれネジ孔7を形成していて、図7の(B)に示すように、キャビティ2の内部にキャビティ2の外側からネジ14をネジ孔7に螺合させることによって

キャビティ2に誘電体コア1と導体棒3などから成るユニットを固定する。

[0054] このように、導電体である支持棒3が直接誘電体コア1に接しないので、共振器のQを低下させることがない。しかも誘電体コア1は誘電体セラミックスからなり、その比誘電率が約80であるのに対し、ブッシング6はPTFEからなり、その誘電率は2〜3と低いので、支持棒3近傍の電界エネルギーの集中を避けることができ、Q低下抑制効果を高めることができる。

[0055] 次に、第6の実施形態に係る多重モード誘電体共振器について、図8を参照して説明する。

図7に示した例では、Y軸から見た二次元上では直交するが、誘電体コア1に対して2つの貫通孔11、12が交わらない(立体交差する)ようにしたが、この図8に示す例では、誘電体コア1内部で2つの貫通孔11、12が直交している。

[0056] 図8の(A)は誘電体コアと支持棒などとの関係を示す分解斜視図、(B)は誘電体コア1の貫通孔11、12を通る面での断面図である。2つの支持棒3x、3zが誘電体コア1内部で交差可能なように、その交差部分に凹部8を形成し、凹部8同士が接するように配置する。また、支持棒3xのブッシング6と支持棒3zのブッシング6同士が干渉しないように、支持棒3x、3zにそれぞれ2つずつブッシング6を嵌合させるようにしている。

[0057] 誘電体コア1、支持棒3z、3xおよびブッシング6から成るユニットを組み立てる際、まず一方の支持棒3zに2つのブッシング6、6を嵌め込み、このブッシング6を嵌め込んだ支持棒3zを誘電体コア1の一方の貫通孔11に圧入する。次に、誘電体コア1の貫通孔12にもう一方の支持棒3xを挿入し、支持棒3xの両端、すなわち貫通孔12の両端にそれぞれブッシング6を圧入する。その際2つの支持棒3が直交するように、それぞれの凹部8同士を重ねる。後は図7の(B)に示した場合と同様にキャビティ2の内部に、誘電体コア1、支持棒3z、3x、およびブッシング6から成るユニットを挿入し、キャビティの外部からネジ止めすることによって固定する。

[0058] 図8に示した例では、誘電体コア1の中心を通り、且つ直交する2つの支持棒3z、3xによって誘電体コア1をキャビティ内に支持するようにしたので、すなわち2つの支持棒3が共に誘電体コア1の重心を通るので、誘電体コア1の重心軸回りの回転モー

メントが支持棒3x, 3zに与える影響をもっとも小さくでき、キャビティ内に誘電体コア1をより強固に支持できる。その結果、振動や衝撃に対しての特性変動を少なくできる。

【0059】 図9は第7の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を示す斜視図である。

この例では、誘電体コア1のX, Y, Zの3つの軸方向にそれぞれ貫通孔12, 13, 11を形成している。支持棒3z, 3xはそのうち2つの貫通孔11, 12にそれぞれ挿入されている。このように3つの軸方向にそれぞれ貫通孔を形成したことにより、誘電体コアがX, Y, Z軸方向にそれぞれ対称な形状となるので、誘電体コア1を単純な立方体形状としても、X軸に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δ xモードと、Z軸に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δ zモードのそれぞれの共振周波数を揃えることができる。

【0060】 図10は第8の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の主要部の構成を示す分解斜視図である。この例では、誘電体コア1にX, Y, Zの軸方向に中心を通る貫通孔12, 13, 11をそれぞれ形成し、2つの支持棒3z, 3xが誘電体コア1の内部で直交するようにしている。図8に示したものと異なり、図10の構造では、2つの支持棒3z, 3xが挿通する貫通孔11, 12に対して共に直交する貫通孔13を設けている。また、貫通孔12を挿通する支持棒3xには孔15を設け、貫通孔11を挿通するもう一方の支持棒3zにはその中央部にネジ孔16を形成している。そして貫通孔13からネジ14を通して、このネジ14で孔15を通し、ネジ孔16に螺合させることによって、2つの支持棒3z, 3x同士をネジ止めするようにしている。

【0061】 このような構造によって、2つの支持棒3z, 3x同士がネジ止めによって連結されるので、2つの支持棒3z, 3xの両端に対する誘電体コア1の位置精度が高まり、また支持棒3z, 3xの剛性が高まるので、キャビティ内に対する誘電体コア1の振動や衝撃に対する位置変動が更に抑えられ、安定した特性が得られる。

【0062】 図11は第9の実施形態に係る多重モード誘電体共振器の構成を示す図である。この例では、誘電体ブロック1にX, Y, Zの3つの軸方向に貫通孔12, 13, 11を形成するとともに、それらの貫通孔に支持棒3x, 3y, 3y', 3zをそれぞれ挿通させるようにしている。この構造は図10に示した2つの支持棒3z, 3x同士をネジ止めするネジ

14に代えてもう1つの支持棒3y, 3y' を設けたものである。すなわち略等分割した支持棒3y, 3y' を用い、3yの端部にネジ部17を設け、もう一方の支持棒3y' の端部にネジ穴18を設けている。そしてネジ部17が誘電体コア1の内部で支持棒3xの中央部の孔15を通して支持棒3zの中央部のネジ孔16と螺合するように組み立てる。支持棒3x, 3y, 3y', 3zにはそれぞれブッシング6を嵌め込んでいる。

[0063] 図11の(B)は(A)に示した各部材を組み合わせて構成したユニットをキャビティ2の内部に固定する構造を示している。支持棒3x, 3y, (3y'), 3zの端部にはそれぞれネジ穴を設けていて、キャビティ2の外部からネジ14をそれらのネジ穴に螺合させることによって、誘電体コア1、支持棒3、ブッシング6から成るユニットをキャビティ2の内部の空間の中央部に固定する。

[0064] 図12はこの多重モード誘電体共振器に生じる複数の共振モードの共振周波数について示している。従来の支持台を用いて誘電体コアを支持するタイプの誘電体共振器ではTE01 δ x, TE01 δ y, TE01 δ zの3つのモードの共振周波数が約830MHzである時、約1.1GHzで共振するTM01 δ x, TM01 δ y, TM01 δ zの3つのスプリアスモードが生じる。これに対して、図11に示したように誘電体コア1を支持棒3x, 3y, 3y', 3zによって支持するとともに、それらの導電性を有する支持棒3x, 3y, 3y', 3zでキャビティ2の対向する内壁間を短絡することによって、利用する3つのTE01 δ -モードの共振周波数が殆ど変化することなく、スプリアスモードである上記3つのTM01 δ -モードは3つのTE01 δ -モードの共振周波数より遙かに高い周波数となる。これらの3つのTM01 δ -モードの周波数は図12の周波数レンジ内に入らなくなるので、図12ではその状態を「消滅」と表している。

[0065] このようにして、スプリアスモードであるTM01 δ x, TM01 δ y, TM01 δ zのいずれのモードの共振周波数も、利用するTE01 δ x, TE01 δ y, TE01 δ zの共振周波数から大きく離れるので、TM01 δ x, TM01 δ y, TM01 δ zの3つのスプリアスモードの影響を回避できる。

[0066] 次に、第10の実施形態に係る誘電体フィルタについて図13を参照して説明する。

図13は誘電体フィルタの斜視図である。但しキャビティ2はその内面の立体形状のみを表すためにフレームとして図示している。また、このキャビティ2の内部の空間に

対する誘電体コア1の固定構造は既に述べた各実施形態の場合と同様である。この例では、誘電体コア1のZ軸方向に貫通する貫通孔11を設けていて、この貫通孔11に低誘電率絶縁体ブッシングを嵌め込んだ支持棒3zを挿通させ、その支持棒3zの両端をキャビティ2に接合している。同様に、誘電体コア1のY軸方向に貫通する貫通孔13を設けていて、この貫通孔13に低誘電率絶縁体ブッシングを嵌め込んだ支持棒3yを挿通させ、その支持棒3yの両端をキャビティ2に接合している。

[0067] キャビティ2の外面(外部)には同軸コネクタ21, 22を設けている。実際にはキャビティ2には当然厚みがあるが、図ではその厚みを省略している。また、同軸コネクタ21, 22の中心導体に結合ループ23, 24の一端を接続し、それぞれ他端をキャビティ2の内面に接続している。結合ループ23のループ面はX-Z面を向いているので、このループ面でY軸方向を向く磁界が鎖交する。すなわち結合ループ23はTE01 δy モードと磁界結合する。また結合ループ24のループ面はX-Y面を向いているので、このループ面でZ軸方向を向く磁界が鎖交する。すなわち結合ループ24はTE01 δz モードと磁界結合する。

[0068] 誘電体コア1には(Y-X)軸方向に延びる所定深さの溝9と、(X+Z)軸方向に延びる所定深さの溝10をそれぞれ形成している。溝9はX軸方向に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δx モードとY軸方向に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δy モードとの結合モードである偶モードと奇モードの周波数に差を生じさせるので、この溝9の存在により、TE01 δx モードとTE01 δy モードとが結合する。同様に、溝10はX軸方向に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δx モードとZ軸方向に垂直な面に電界ベクトルが回るTE01 δz モードとの結合モードである偶モードと奇モードの周波数に差を生じさせるので、この溝10の存在により、TE01 δx モードとTE01 δz モードとが結合する。

[0069] その結果、結合ループ23→TE01 δy →TE01 δx →TE01 δz →結合ループ24の順に結合する。結局、この誘電体フィルタは同軸コネクタ21-22間に3段の共振器を備えた帯域通過特性を有するフィルタとして作用する。

[0070] 次に、第11の実施形態であるフィルタについて図14を基に説明する。

図14はフィルタの斜視図である。このフィルタは、フィルタユニット101a, 100, 101

101bを備えている。フィルタユニット101aはZ軸方向を向く中心導体27をキャビティ2の内部に設けて半同軸共振器を構成している。中心導体27には同軸コネクタ21の中心導体から延びて中心導体27の所定位置に接続した結合ループ用導体25を設けている。この結合ループ用導体25と中心導体27の根元部とで結合ループを構成している。もう一方のフィルタユニット101bはY軸方向を向く中心導体28をキャビティ2の内部に設けて半同軸共振器を構成している。中心導体28には同軸コネクタ22の中心導体から延びて中心導体28の所定位置に接続した結合ループ用導体26を設けている。この結合ループ用導体26と中心導体28の根元部とで結合ループを構成している。フィルタユニット100の構成は図13に示したものと基本的に同様である。但し、図13に示した結合ループ23、24に代えて結合窓29、30を設けている。支持棒3y、3zは誘電体コア1に設けた貫通孔に嵌合させていて、その支持棒の両端をキャビティ2の壁面に固定している。

[0071] フィルタユニット101aの半同軸共振器のモードはフィルタユニット100のTE01 δ yモードと磁界結合する。また、フィルタユニット101bの半同軸共振器のモードはフィルタユニット100のTE01 δ zモードと磁界結合する。したがって、このフィルタ全体は、1+3+1=5段の共振器が順に結合した帯域通過特性を示すフィルタとして作用する。

[0072] このように初段と終段の共振器を半同軸共振器とし、結合ループにより強い外部結合をとるようにしたため、広帯域特性が容易に得られる。

[0073] 次に、第12の実施形態として通信装置の構成を図15を基に説明する。

図15は上記フィルタを備えたデュプレクサおよび通信装置の構成を示すブロック図である。送信フィルタと受信フィルタとによつて、アンテナ共用器としてのデュプレクサを構成している。そして、デュプレクサの送信信号入力ポートに送信回路、受信信号出力ポートに受信回路をそれぞれ接続し、デュプレクサの入出力ポートにアンテナを接続することによつて、通信装置の高周波部を構成している。

[0074] このように、共振器の段数が多く、且つ小型のフィルタを備えたことにより小型のデュプレクサを構成することができる。また、小型のデュプレクサを備えたことにより小型軽量の通信装置が構成できる。

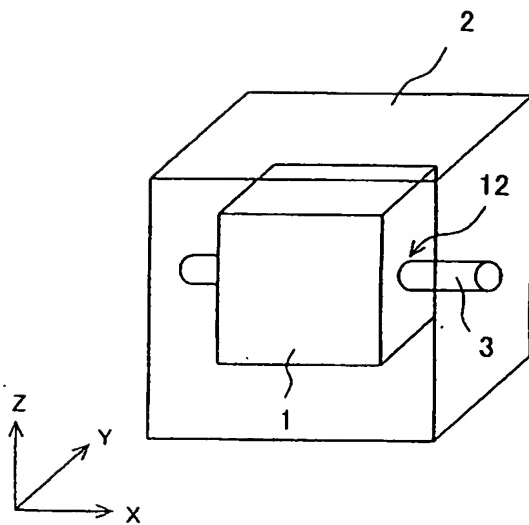
請求の範囲

- [1] 導電性のキャビティの内部に、キャビティの内壁面から所定の間隔を隔てて誘電体コアを配置してなる多重モード誘電体共振器であって、
- 誘電体コアに貫通孔を形成し、該貫通孔に支持棒を挿通し、該支持棒をキャビティに固定することによって、キャビティ内部の空間に誘電体コアを支持した多重モード誘電体共振器。
- [2] 前記支持棒は導電性を有し、該支持棒の両端がキャビティの対向する内壁にそれぞれ電氣的に導通して該内壁間を短絡させたことを特徴とする請求項1に記載の多重モード誘電体共振器。
- [3] 前記貫通孔の内壁と前記支持棒との間には、絶縁性のブッシングが配置されていることを特徴とする請求項2に記載の多重モード誘電体共振器。
- [4] 前記ブッシングは、前記誘電体コアよりも誘電率の低い材料からなる、請求項3に記載の多重モード誘電体共振器。
- [5] 前記キャビティは直方体形状をなし、前記支持棒は2本または3本あり、各支持棒の両端がキャビティの互いに異なる1対の対向する内壁にそれぞれ接合されている請求項1〜4のいずれかに記載の多重モード誘電体共振器。
- [6] 前記誘電体コアは略直方体形状である請求項1〜5のいずれかに記載の多重モード誘電体共振器。
- [7] 前記支持棒の少なくとも一部は、前記誘電体コアよりも誘電率の低い誘電体材料からなる、請求項1〜6のいずれかに記載の多重モード誘電体共振器。
- [8] 前記支持棒は前記誘電体コアよりも誘電率の低い材料からなる中空形状をなし、該中空の内部に導電体が配置されていることを特徴とする請求項1〜7にいずれかに記載の多重モード誘電体共振器。
- [9] 前記貫通孔および前記支持棒は断面がそれぞれ多角形状をなす請求項1〜8のいずれかに記載の多重モード誘電体共振器。
- [10] 前記多重モード誘電体共振器は、X、Y、Zを互いに直交する3つの座標軸としたとき、X、Y、Zのそれぞれの軸回りに電界ベクトルが回る3つのTE₀₁ δ モードが励振するTE3重モード共振器であることを特徴とする、請求項1〜9に記載の多重モード

誘電体共振器。

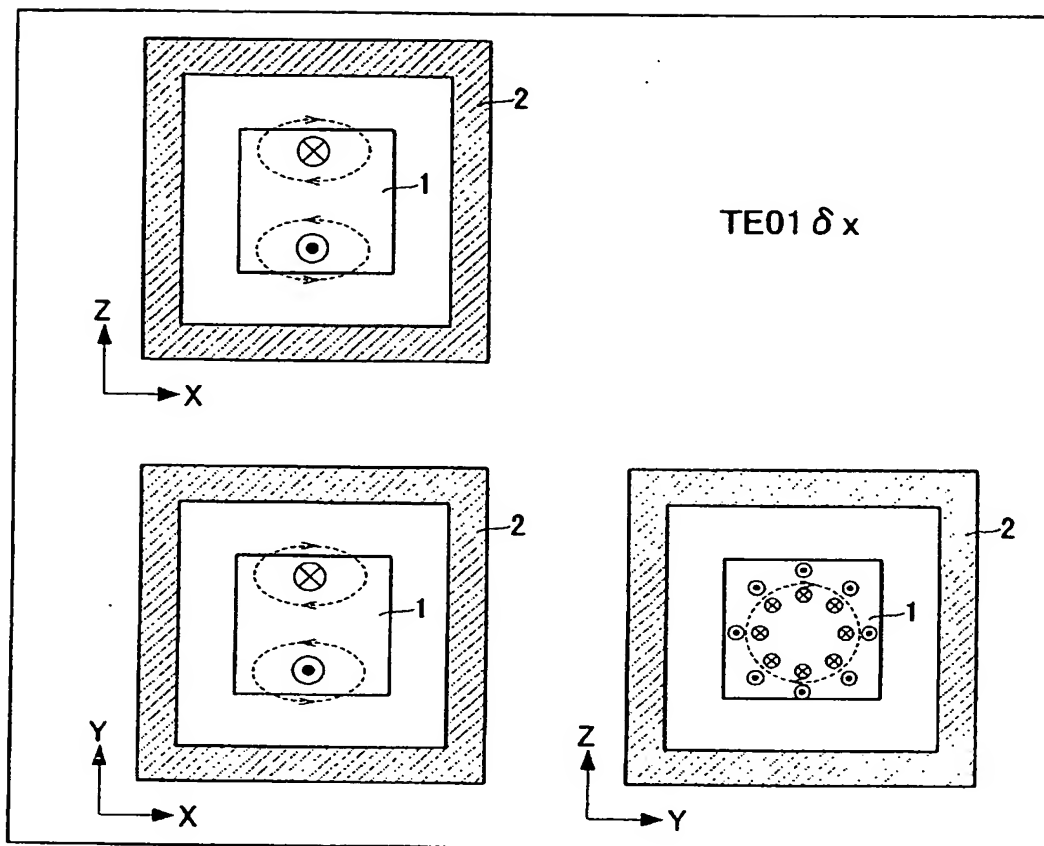
- [11] 請求項1〜10のうちいずれかに記載の多重モード誘電体共振器と、該多重モード誘電体共振器の所定のモードに外部結合する外部結合手段とを備えて成る誘電体フィルタ。
- [12] 請求項1〜10のいずれかに記載の多重モード誘電体共振器または請求項11に記載の誘電体フィルタを高周波回路部に設けた通信装置。

[図1]

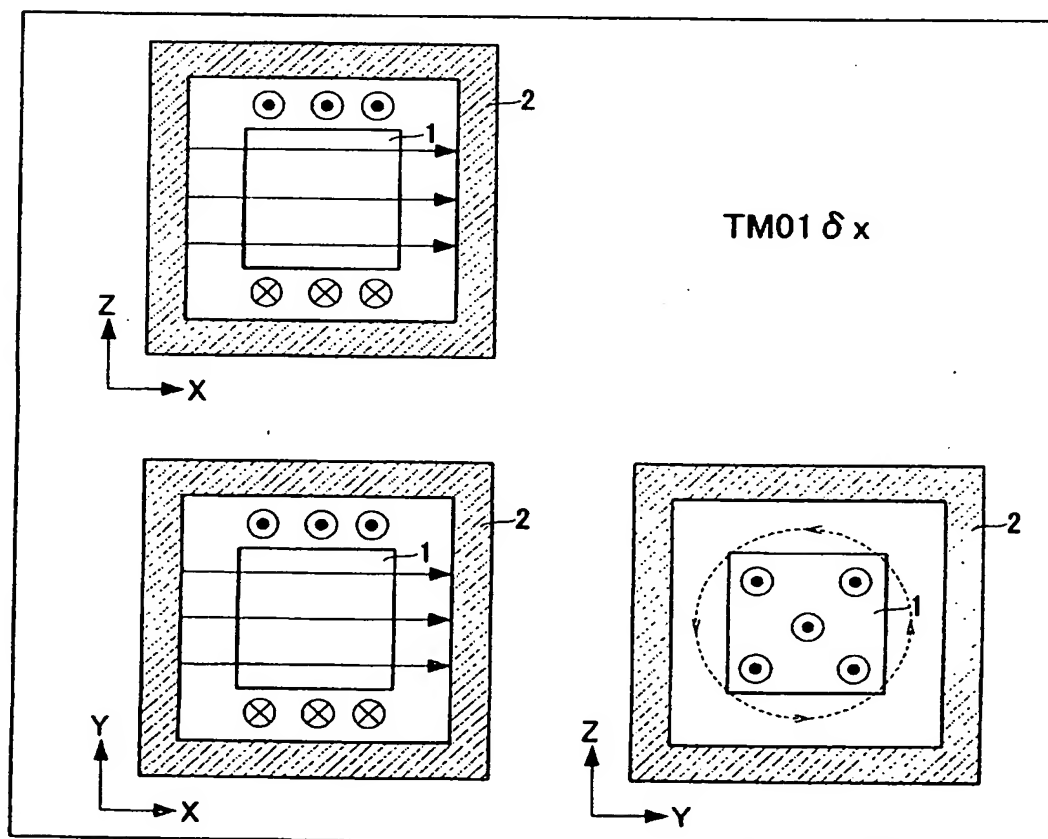


[図2]

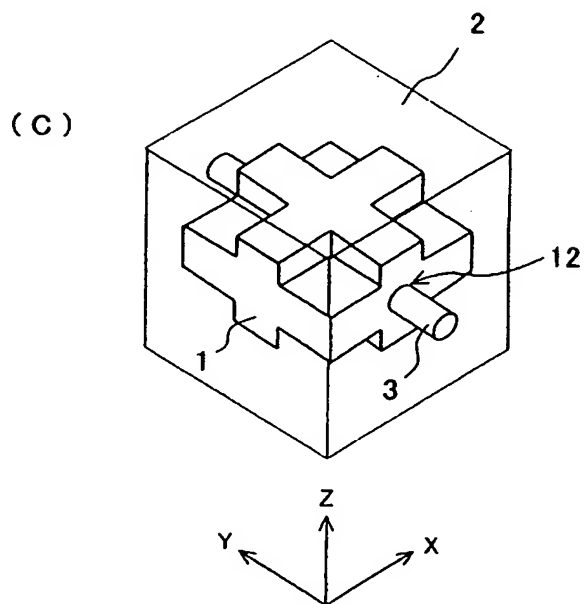
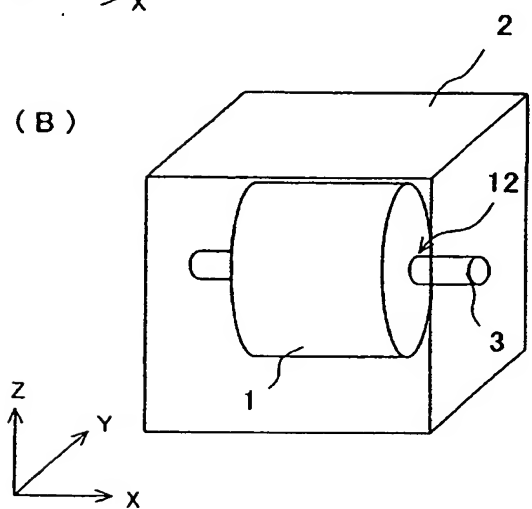
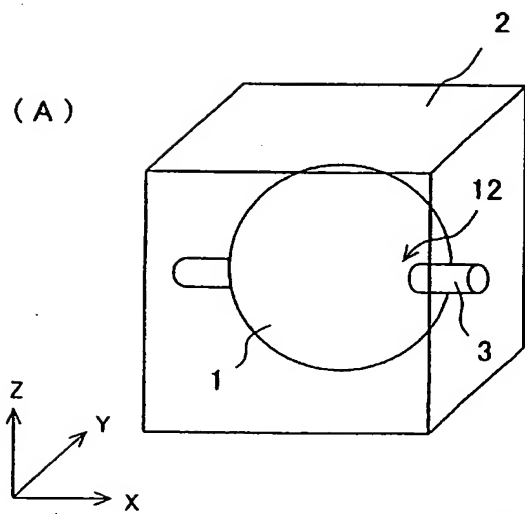
(A)



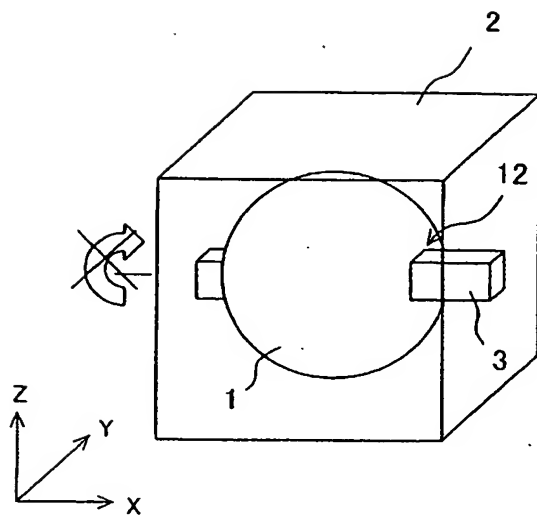
(B)



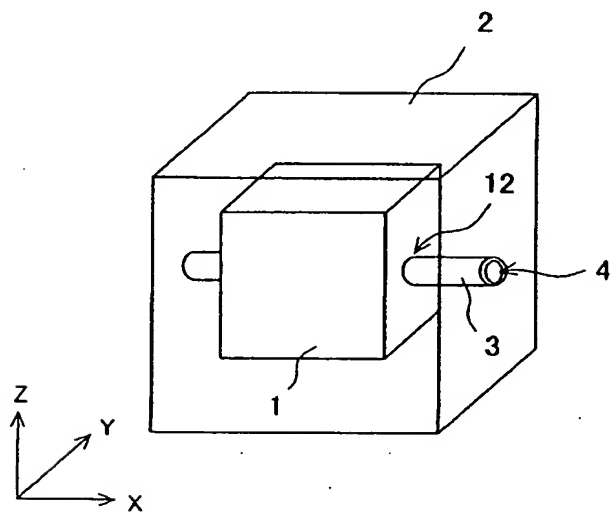
[図3]



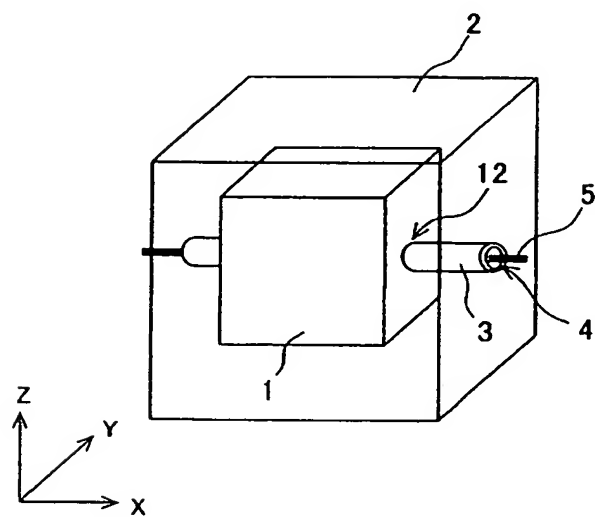
[図4]



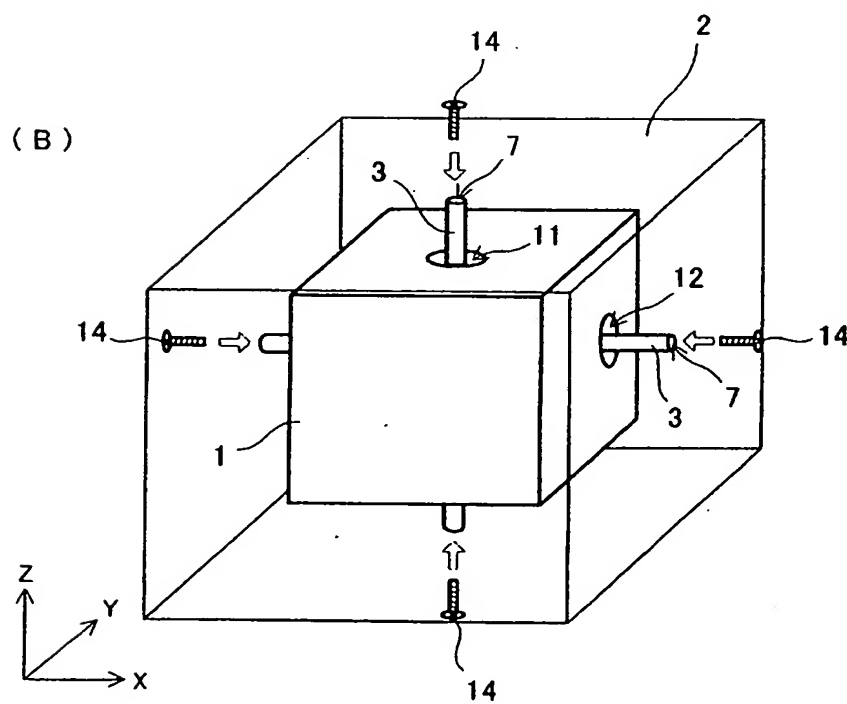
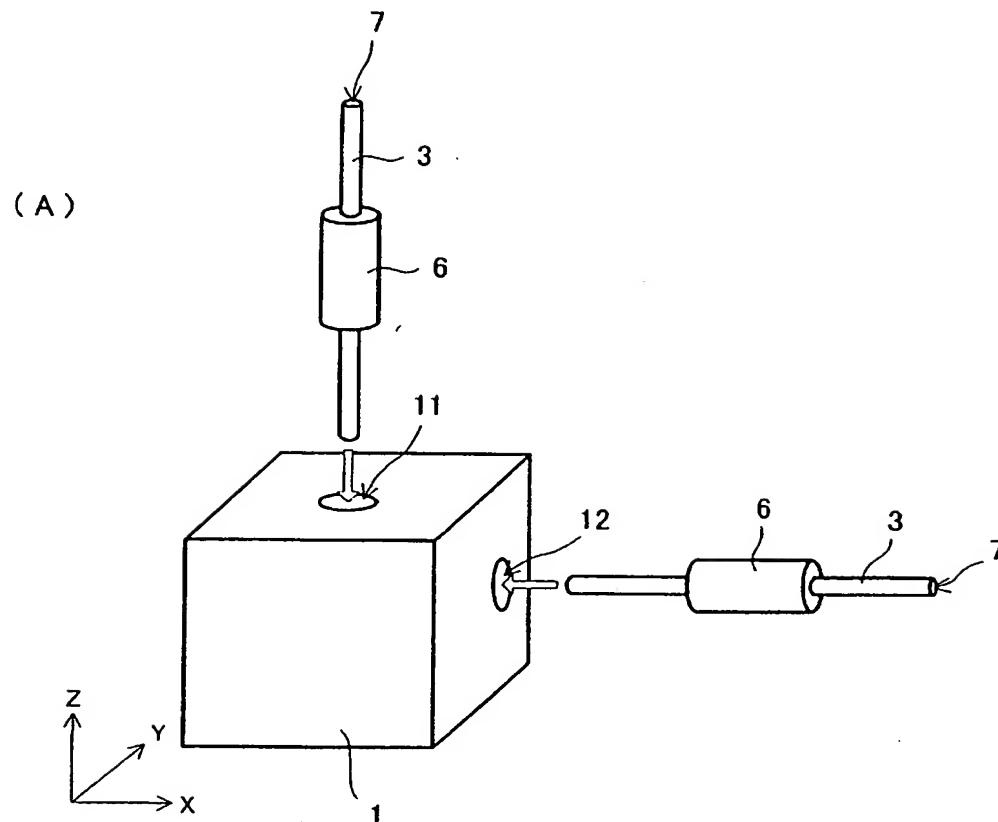
[図5]



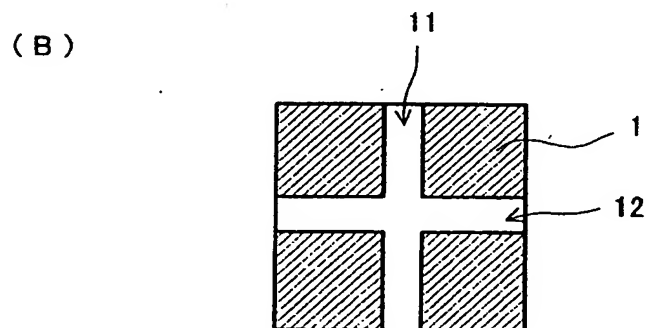
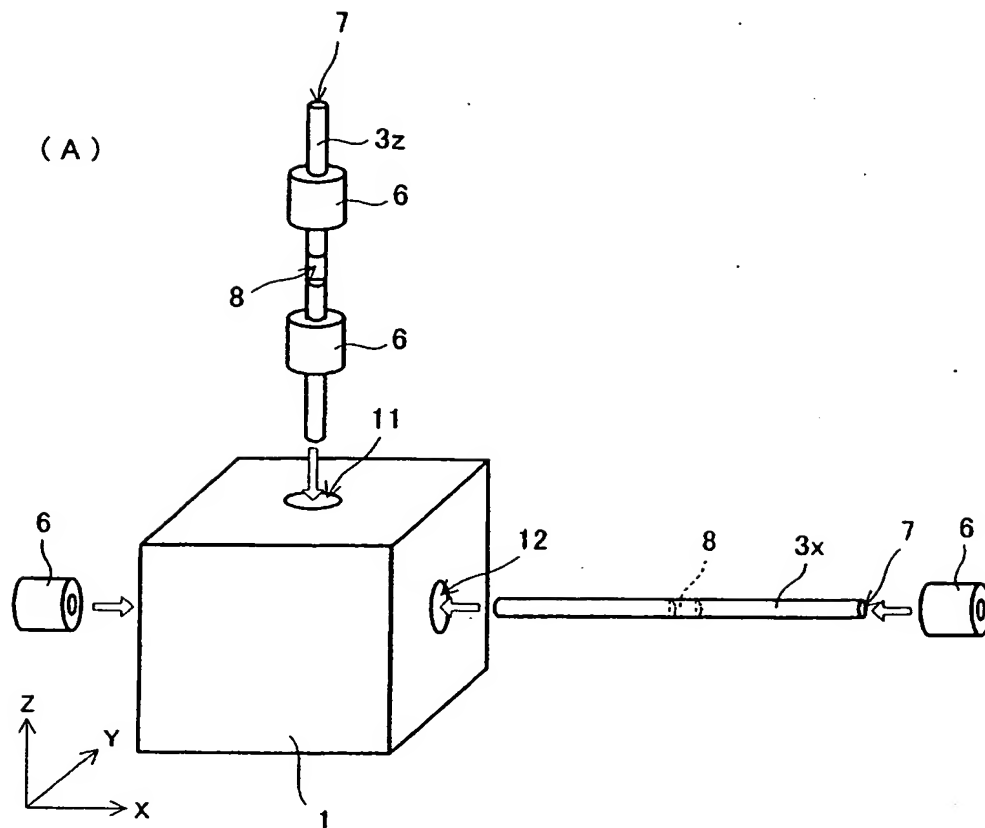
[図6]



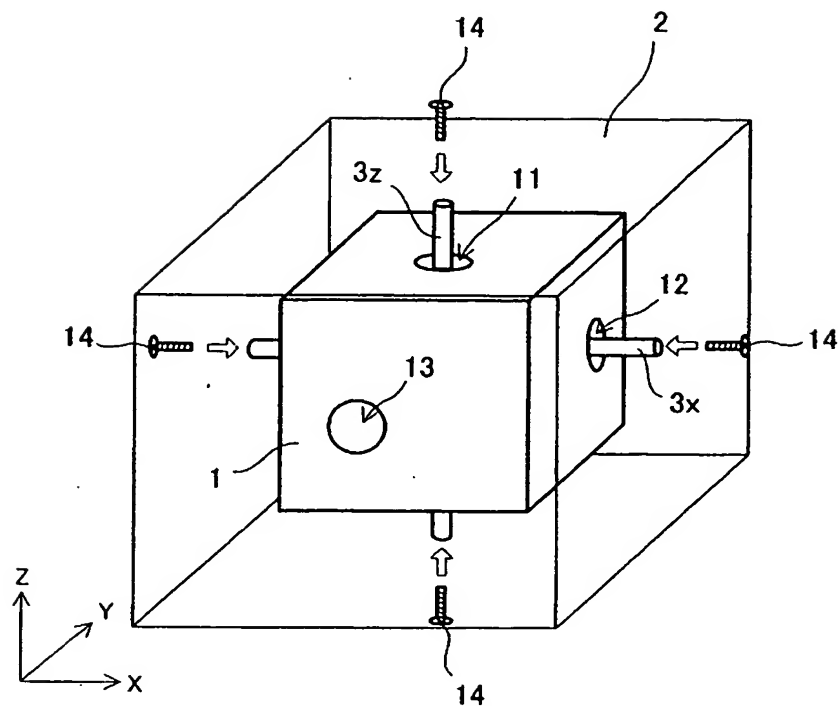
[図7]



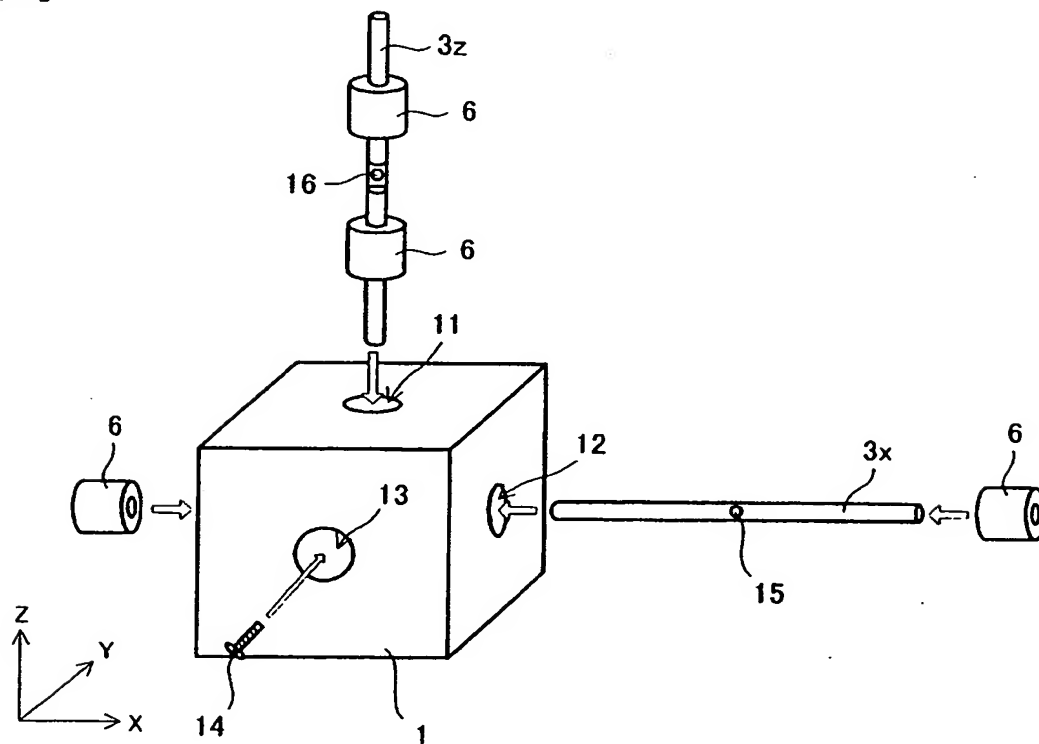
[[図8]]



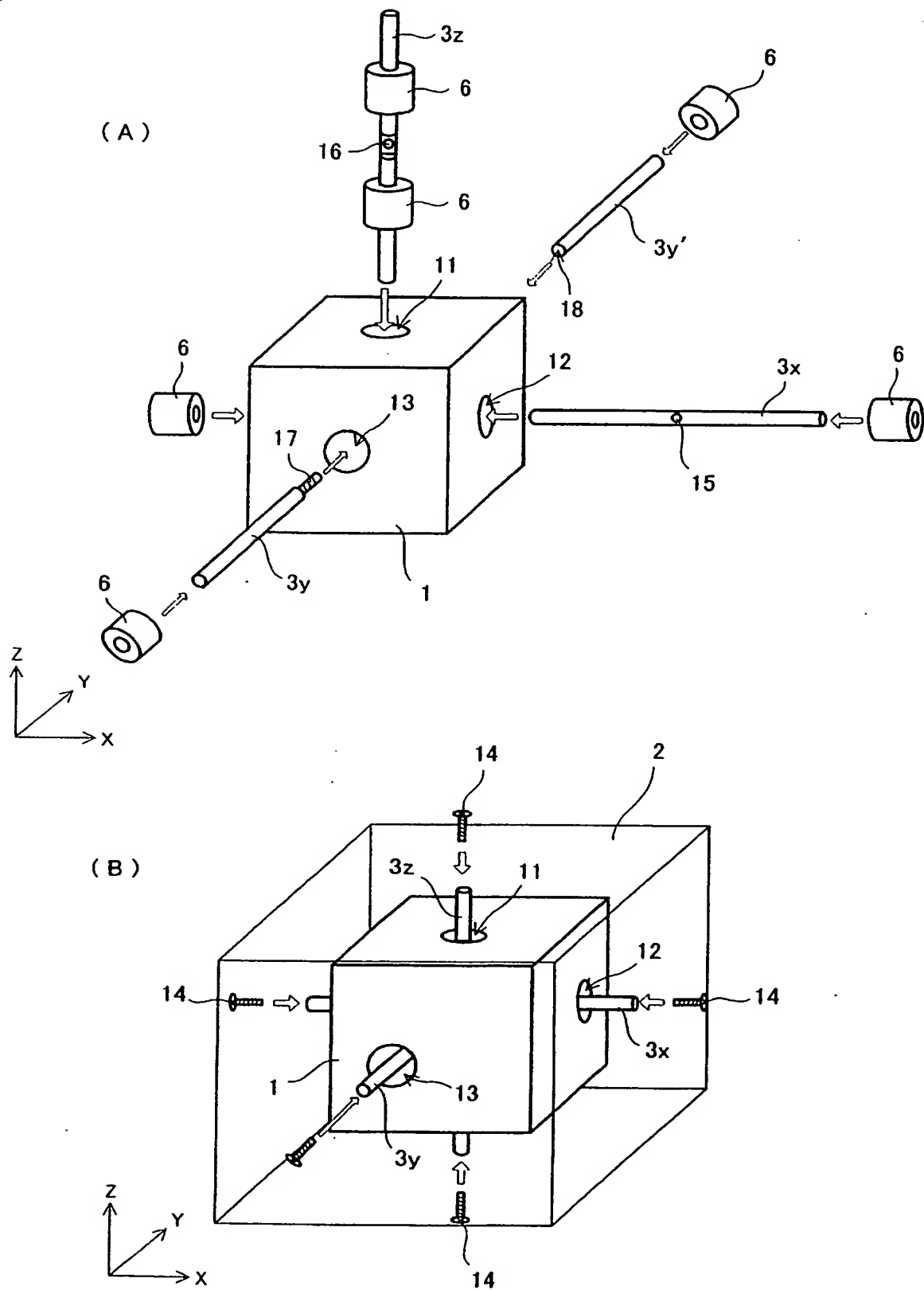
[図9]



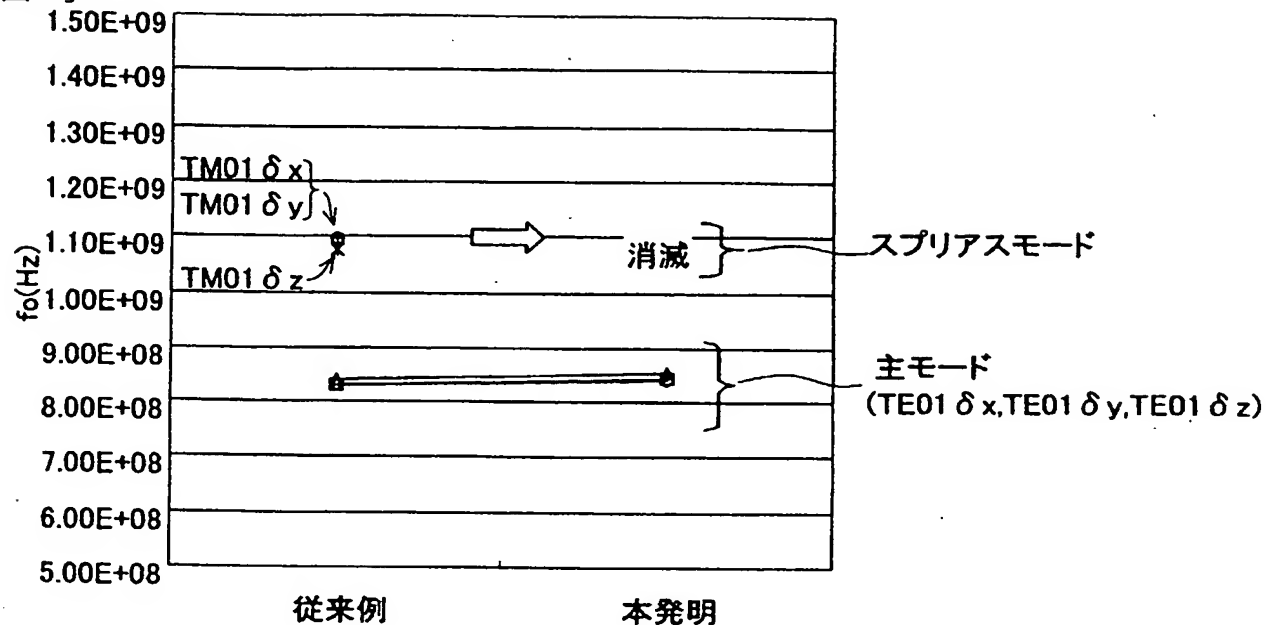
[図10]



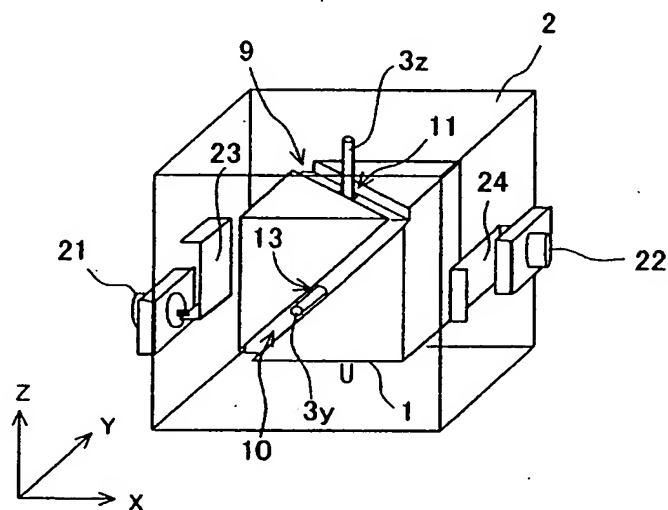
[図11]



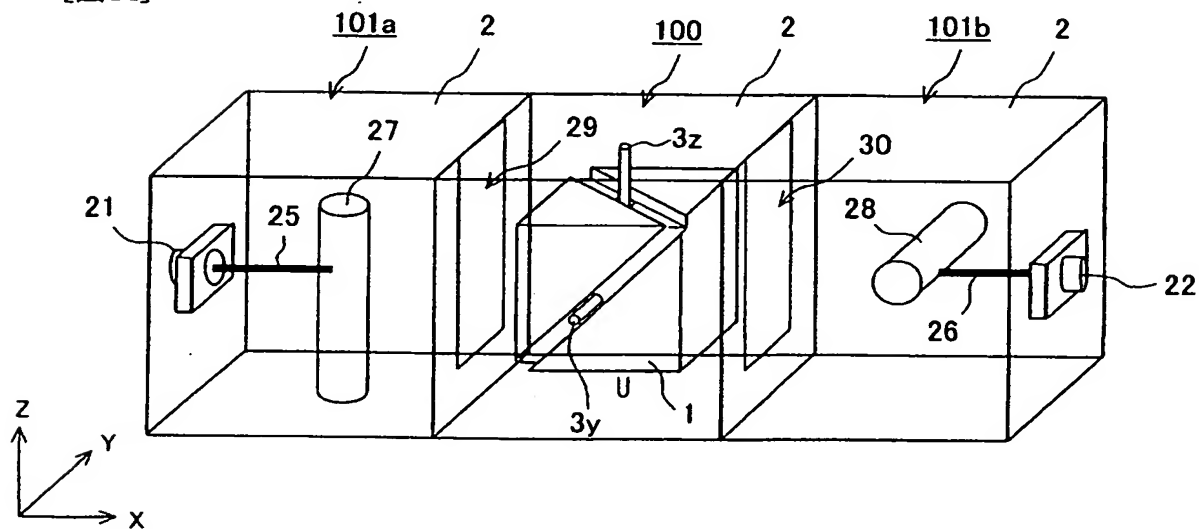
[図12]



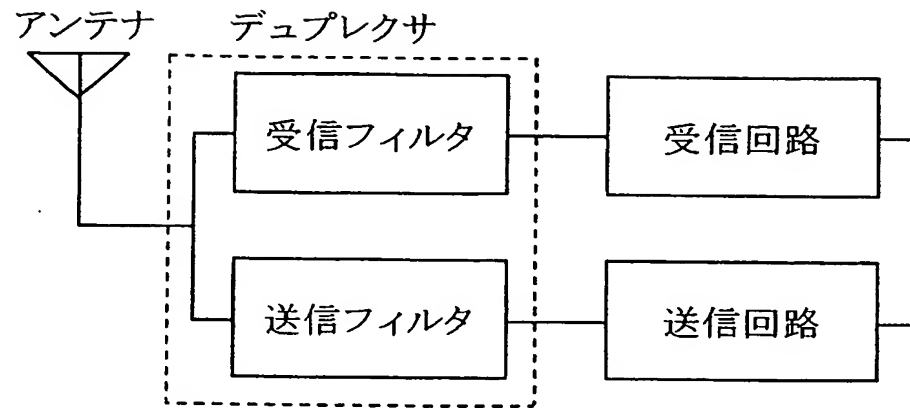
[図13]



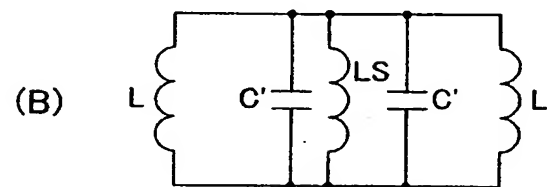
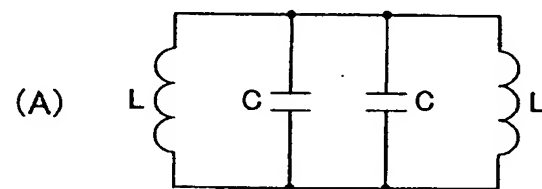
[図14]



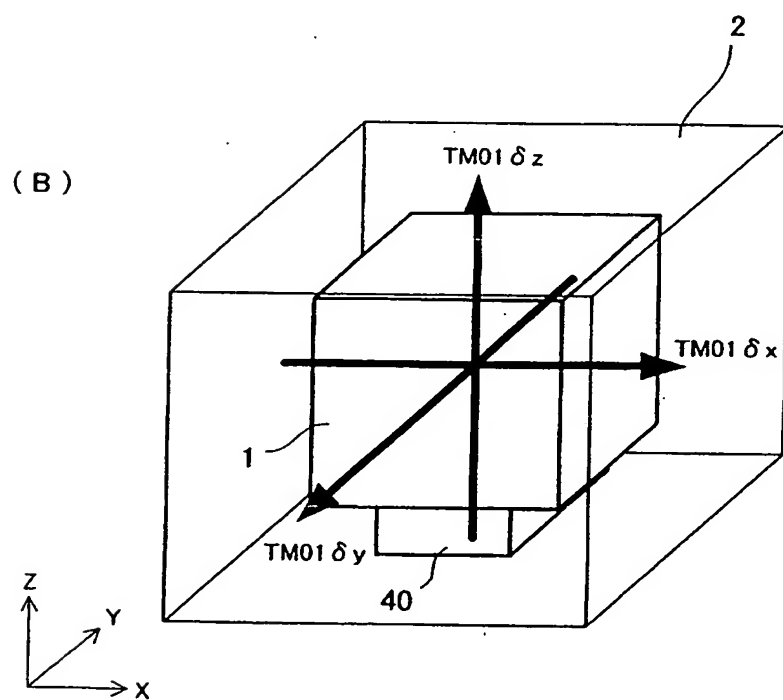
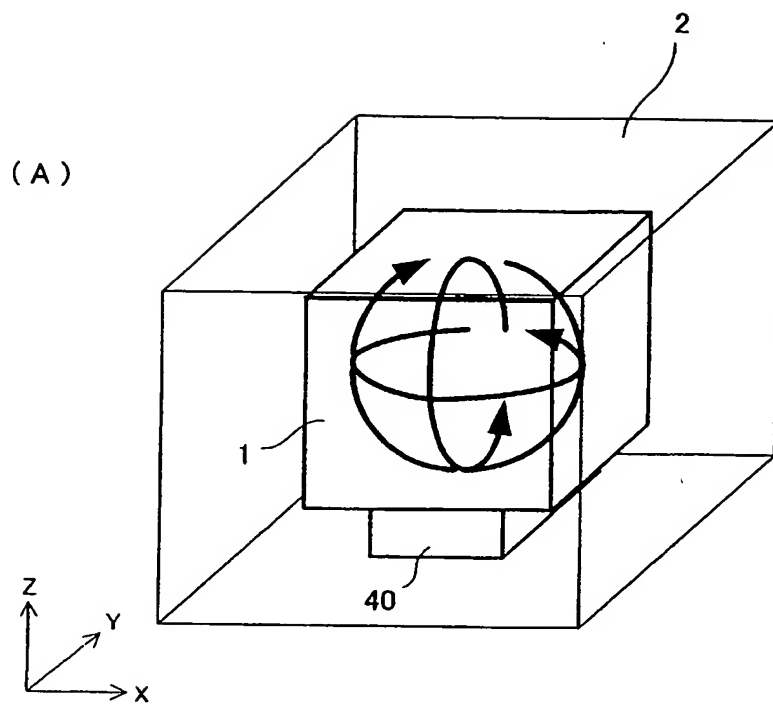
[図15]



[図16]



[図17]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.